

ANALISIS TINGKAT KELELAHAN DAN KANTUK PADA PENGEMUDI BUS X BERDASARKAN METODE OBJEKTIF DAN SUBJEKTIF*

Birditha Juliatar, Arie Desrianty, Yuniar

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: birdithajuliatar@gmail.com

ABSTRAK

Mengemudi merupakan pekerjaan yang monoton apabila dilakukan secara terus menerus. Pekerjaan monoton akan memicu timbulnya kelelahan dan kantuk. Kelelahan dan kantuk merupakan faktor pemicu human error yang akan mengakibatkan resiko kecelakaan. Oleh karena itu perlu adanya pengukuran tingkat kelelahan dan pengukuran tingkat kantuk pada pengemudi agar dapat meminimasi terjadinya human error dan resiko kecelakaan. Pengukuran dilakukan dengan metode Elektroensefalograf (EEG) untuk pengukuran secara objektif dan metode Visual Analog Scale (VAS) untuk pengukuran secara subjektif. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa adanya kelelahan yang dialami beberapa pengemudi akibat adanya beban fisik maupun mental sebelum mengemudi dan kantuk yang dirasakan akibat jam kerja yang berlebih sehingga kurangnya waktu tidur.

Kata kunci: ergonomi, fisiologi kerja, kelelahan, kantuk

ABSTRACT

Driving is a monotonous job when done continuously. Monotonous job will trigger the onset of fatigue and sleepiness. Fatigue and sleepiness is a trigger factor human error that will result in the risk of accidents. Hence the need for the measurement of the degree of fatigue and sleepiness level measurements on the driver to be able to manage the occurrence of human error and the risk of accidents. The measurement is done with the method Elektroensefalograf (EEG) for the measurement objectively and method of Visual Analog Scale (VAS) for the measurement of subjectively. The results of the measurements showed that the presence of fatigue that plagued some drivers due to physical or mental burden before driving and sleepiness a perceived due to excess hours of work so that lack of sleep time.

Keywords: ergonomic, physiology of work, fatigue, sleepiness

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

1.1. Pengantar

Saat ini sistem kerja yang diterapkan oleh X belum cukup baik, karena banyak pengemudi bus X yang bekerja tidak sesuai jam kerja yang ditentukan. Ketidaksesuaian jam kerja tersebut yakni bekerja lebih dari 8 jam sehari (Lerman et. al.,2012) tanpa waktu istirahat. Maka dari itu dengan ketidaksesuaian jam kerja yang dilakukan oleh pengemudi akan memicu timbulnya kelelahan akibat beban fisik maupun mental yang kemudian erat kaitannya dengan rasa kantuk. Dengan demikian apabila pengemudi bus X sudah merasa lelah dan mengantuk maka akan menghilangkan konsentrasi dalam melakukan pekerjaannya yang kemudian dapat memicu resiko akibat *human error* (Damarany, 2012). Telah disadari bahwa kantuk (*sleepiness*) dan kelelahan (*fatigue*) telah menjadi masalah dalam beberapa populasi dan kelompok industri karena menyebabkan terjadinya *human error* dan berakibat kepada banyaknya tingkat kecelakaan (Schutte dan Maldonado, 2003). Maka dari itu untuk mengetahui tingkat kelelahan dan kantuk pengemudi bus X maka diperlukan pengukuran secara objektif dan subjektif untuk meminimasi terjadinya resiko akibat *human error*. Pengukuran secara objektif menggunakan metode *Elektroensefalograf* (EEG) dan subjektif menggunakan metode *Visual Analog Scale* (VAS) serta kuisioner untuk menganalisis dari hasil kedua metode tersebut.

1.2. Identifikasi Masalah

Saat ini sistem kerja yang diterapkan oleh perusahaan X belum cukup baik, karena banyak pengemudi bus X yang bekerja tidak sesuai jam kerja yang ditentukan, ketidaksesuaian tersebut yakni jam kerja yang lebih dari standar yakni 8 jam sehari (Lerman et. al.,2012) tanpa adanya waktu istirahat dan tidak diterapkannya shift kerja. Maka dari itu dengan ketidaksesuaian jam kerja yang dilakukan oleh pengemudi akan memicu timbulnya kelelahan akibat beban fisik maupun mental yang kemudian erat kaitannya dengan rasa kantuk. Dengan demikian apabila pengemudi bus X sudah merasa lelah dan mengantuk maka akan menghilangkan konsentrasi dalam melakukan pekerjaannya yang kemudian dapat memicu resiko terjadinya *human error*.

2. STUDI LITERATUR

2.1. Ergonomi

Sutalaksana (1979) mendefinisikan ergonomi sebagai suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman dan nyaman. Menurut Bridger (2009) ergonomi merupakan kajian interaksi antara manusia dan mesin, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.

2.2. Fisiologi Kerja

Fisiologi kerja merupakan salah satu cangkupan dari ilmu ergonomi, merupakan ilmu yang mempelajari faal atau fungsi tubuh manusia pada saat berkerja (Astrand et al, 2003) dalam (Sugiatmajaya, 2013). Fisiologi kerja digunakan dalam mempelajari bagaimana tubuh dalam memproduksi energi untuk berkerja, dan menjelaskan bahwa prinsip utama dalam fisiologi kerja yaitu bagaimana agar kebutuhan kerja manusia tidak melebihi batas kemampuannya dalam melakukan pekerjaan tersebut (Izazaya 2011) dalam (Sugiatmajaya 2013). Untuk itu perlu diketahui terlebih dahulu besar kapasitas energi dari setiap individu dan besar beban kerja yang diberikan kepada pekerja tersebut (Kroemer 1997) dalam (Sugiatmajaya 2013).

2.3. Kelelahan

Fatigue atau lelah merupakan sebuah kata yang biasa terdengar dalam kehidupan sehari. Istilah tersebut biasanya diartikan sebagai hilangnya efisiensi dan keengganan untuk melanjutkan usaha (Kroemer & Grandjean, 1997). Kelelahan didefinisikan sebagai sebuah penurunan dalam kemampuan untuk melakukan pekerjaan yang dihasilkan dari usaha sebelumnya dan merupakan respon terhadap kondisi seperti istirahat yang tidak memadai, terganggunya ritme biologi, dan aktivitas mental dan fisik yang berlebihan (Johnston, 2007).

2.4. Kantuk

Kantuk (*sleepiness*) adalah kecenderungan untuk jatuh tertidur (Lerman, et. al., 2012). Keadaan mengantuk dapat menurunkan performansi manusia, seperti berkurangnya kecepatan reaksi, penurunan kewaspadaan, dan menurunkan kemampuan memproses informasi. Oleh karena itu, keadaan mengantuk saat mengemudi tergolong dalam salah satu tindakan yang berbahaya (Vanlaar *et al*, 2008) dalam (Zurika 2011).

2.5 Elektrosensefalograf (Eeg)

Elektrosensefalograf (EEG) ialah suatu instrumen medis untuk mengukur potensial listrik yang dihasilkan oleh sel saraf otak dengan memasang sensor (elektroda) pada permukaan kulit kepala (Isadewa, 2011). Elektroensefalograf (EEG) merupakan salah satu alat yang dapat mengukur aktivitas otak secara kontinu berdasarkan gelombang elektrik yang dibaca oleh elektroda pada kulit kepala (Kiymik *et al.*, 2004). Salah satu hasil penelitian tentang sinyal otak yang menggunakan EEG ialah diketahuinya beberapa tipe sinyal yang terkait dengan aktivitas otak manusia. Secara umum ada 4 tipe gelombang otak manusia, yaitu sinyal δ (0 Hz – 4 Hz), sinyal θ (4 Hz – 7 Hz), sinyal α (8 Hz – 13 Hz) dan sinyal β (13 Hz – 30 Hz) (Isadewa, 2011).

Otak merupakan sistem syaraf pusat yang aktifitasnya dapat ditandai oleh perbedaan potensial listrik di kulit kepala. Aktivitas ini membentuk gelombang tertentu yang dapat dibedakan menurut frekuensinya menjadi θ (4-8 Hz), α (8-13 Hz), dan β (13-30 Hz) (Schier, 1999). Aktivitas otak yang menurun atau cenderung menuju ke tidur ditandai oleh pergeseran frekuensi gelombang dari β ke θ dan α . Perbandingan ketiga gelombang β ke θ dan α dapat digunakan sebagai indikator kantuk, karena ketika mengantuk terjadi penurunan aktivitas otak di lobus frontal (Rivera, 2013). Intensitas masing-masing gelombang dapat dibedakan menurut kekuatan amplitudonya. Kekuatan ini disebut *Power Spectral Density (PSD)*. Nilai *PSD* menunjukkan intensitas gelombang otak setelah dipisahkan menurut frekuensinya (Kimura *et al.*, 2001)

Elektrosensefalograf dipilih digunakan untuk mendeteksi tingkat kewaspadaan pada partisipan secara objektif karena mampu mendeteksi peningkatan gelombang α yang berkorelasi dengan munculnya kantuk (Schier, 1999) dan perbandingan gelombang α , β , θ dapat digunakan untuk mendeteksi kantuk ketika mengemudi (Raven, 2013). Mayoritas untuk gelombang ketika terjadi aktivitas pada lobus otak adalah gelombang β , namun ketika mulai terjadi rasa kantuk, mata tertutup, dan mengantuk maka gelombang akan bergeser ke α dan θ . Perbandingan ketiga gelombang ini yang nantinya akan digunakan untuk mengukur tingkat kewaspadaan pada otak partisipan (Kandel *et al.*, 2006).

2.6. Visual Analogue Scale (Vas)

Visual Analogue Scale (VAS) menurut Reips & Funke (2008) adalah sebuah respon skala psikometrik yang dapat digunakan dalam kuesioner dan merupakan instrumen pengukuran dalam karakteristik subyektif. VAS termasuk ke dalam jenis kuesioner skala, berguna untuk

memudahkan pembacaan dan keakuratan hasil kuesioner. VAS diperkenalkan oleh *American Psychological Association* sebagai kuesioner pengukur nyeri terhadap pasien anak kecil yang umumnya tidak mengerti dengan jenis kuesioner pernyataan.

VAS memuat hanya satu pertanyaan yang dapat dijawab oleh responden, satu pertanyaan tersebut hanya mewakili pernyataan yang disampaikan oleh peneliti terhadap responden. Skala yang terdapat pada VAS bernama skala Likert, memiliki garis lurus dari mulai nol sampai 10, atau dari nol sampai 100. Penggunaan skala dalam VAS didukung oleh keterangan *visual* berupa *emoticon* ekspresi rasa sedih. Penggunaan VAS dilakukan untuk mengukur keluhan responden, seperti untuk mengukur kelelahan, stres, demam, serta keluhan lain yang dapat digambarkan oleh skala pada VAS.

Visual analogue scale biasa digunakan dalam dunia kedokteran dan psikologi, namun tidak menutup kemungkinan digunakan untuk kepentingan lain. VAS memiliki tingkat efektivitas yang besar bagi hasil kuesioner dengan jawaban yang diberikan oleh responden, karena responden dapat memilih sendiri gambar emosional yang dirasakan ketika peneliti memberikan kuesioner VAS. Alat ini juga dapat digunakan sebagai alat ukur subyektif yang mendukung hasil alat obyektif di dunia kedokteran, dan hasilnya dapat dihitung dengan menggunakan statistik.

Kuesioner VAS bersifat dinamis, peneliti dapat mengganti berbagai jenis gambar emosional tergantung jenis kelamin atau dengan warna. Pernyataan VAS dapat diubah tergantung kondisi responden yang akan diteliti, namun harus memiliki reliabilitas yang sama dengan kondisi responden.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Langkah-langkah pemecahan masalah dapat dilihat sebagai berikut:

1. Rumusan masalah.

Masalah yang terjadi adalah adanya ketidaksesuaian jam kerja pada pengemudi bus X yakni bekerja lebih dari 8 jam sehari (Lerman et. al.,2012) tanpa waktu istirahat. Maka dari itu dengan ketidaksesuaian jam kerja yang dilakukan oleh pengemudi akan memicu timbulnya kelelahan akibat beban fisik maupun mental yang kemudian erat kaitannya dengan rasa kantuk. Dengan demikian apabila pengemudi bus X sudah merasa lelah dan mengantuk maka akan menghilangkan konsentrasi dalam melakukan pekerjaannya yang kemudian dapat memicu resiko akibat *human error* (Damarany, 2012). Maka dari itu untuk mengetahui tingkat kelelahan dan kantuk pengemudi bus X maka diperlukan pengukuran secara objektif dan subjektif untuk meminimasi terjadinya resiko akibat *human error*. Pengukuran secara objektif menggunakan metode *Elektroensefalograf* (EEG) dan subjektif menggunakan metode *Visual Analog Scale* (VAS) serta kuisisioner untuk menganalisis dari hasil kedua metode tersebut.

2. Identifikasi metode pemecahan masalah.

Pemecahan masalah dengan melakukan pengukuran secara objektif untuk tingkat kantuk menggunakan metode metode *Elektroensefalograf* (EEG) yang merupakan *Elektroensefalograf* digunakan untuk mendeteksi tingkat kewaspadaan pada partisipan secara objektif karena mampu mendeteksi peningkatan gelombang α yang berkorelasi dengan munculnya kantuk (Schier,1999). Pengukuran subjektif dilakukan untuk tingkat kelelahan dengan metode *Visual Analog Scale* (VAS) yang merupakan *Visual analogue scale* (VAS) menurut Reips & Funke (2008) adalah sebuah respon skala psikometrik yang

dapat digunakan dalam kuesioner, dan merupakan instrumen pengukuran dalam karakteristik subyektif.

3. Penentuan responden.
Responden adalah pengemudi bus X yang minimal telah bekerja selama 1 tahun dan responden yang mengikuti penelitian telah ditentukan berdasarkan rekomendasi dari pihak X.
4. Penyusunan kuisisioner.
Kuisisioner yang diberikan terdiri dari kuisisioner A yaitu kuisisioner demografi, kuisisioner B yaitu kuisisioner kondisi sebelum mengemudi, dan kuisisioner C yaitu kuisisioner kondisi setelah mengemudi.
5. Pengumpulan data.
Pengumpulan data EEG dilakukan dengan memasang alat *emotiv* EEG pada kepala responden, dan memasang *transmitter* pada laptop agar rekaman data dari *emotiv* EEG dapat terekam oleh *transmitter*. Kemudian membuka *software test bench* untuk memastikan setiap elektroda sudah aktif yang ditandai dengan warna hijau, setelah itu *save* data. Pengumpulan data VAS dilakukan sebelum mengemudi, saat mengemudi dan sesudah mengemudi.
6. Pengolahan data.
Hasil pengumpulan data EEG diolah menggunakan *software eeglab*, software tersebut berfungsi untuk mengubah data menjadi grafik dengan membagi frekuensi yang terdiri dari θ (4-8 Hz), α (8-13 Hz), dan β (13-30 Hz). Hasil rekap data VAS kemudian diolah menjadi grafik agar dapat dilihat tingkat kelelahan yang dirasakan disetiap penelitian.
7. Analisis.
Berdasarkan pengolahan data EEG dapat dianalisis bahwa frekuensi α menyatakan tingkat kantuk dan variabel β merupakan gelombang otak yang menyatakan adanya suatu aktivitas otak, jadi ketika terdapat nilai pergeseran dari frekuensi β menuju α maka responden dinyatakan mengantuk. Berdasarkan pengolahan data VAS dapat dianalisis nilai VAS sesuai dengan nilai yang didapat masing-masing responden sehingga dapat diketahui kelelahan yang dirasakan pengemudi. Selain itu analisis EEG dan VAS dipengaruhi oleh faktor pengemudi itu sendiri, lingkungan dan masalah sosial. Nilai *PSD* dari grafik EEG dan nilai VAS dianalisis berdasarkan nilai tertinggi dan terendah.
8. Kesimpulan.
Setelah melakukan penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat banyak faktor yang mempengaruhi tingkat kelelahan dan kantuk pada pengemudi bus X. Kelelahan dan kantuk dapat memicu terjadinya *human error* dan berakibat terjadinya resiko kecelakaan. Maka dari itu saran yang akan ditunjukkan kepada perusahaan maupun pengemudi adalah dengan memberikan perbaikan rancangan sistem kerja mengenai penjadwalan kerja pengemudi disertai pengontrolan terhadap rancangan tersebut, agar dapat meminimasi terjadinya kelelahan dan kantuk yang memicu *human error*.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Data Umum

Data responden beserta jadwal penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Responden

No	Kode Responden	Nama Pengemudi	Pengambilan Data 1	Pengambilan Data 2	Pengambilan Data 3
1	A1	Dadan	24 Des. 2014	26 Des. 2014	12 Feb. 2015
2	A2	Asep R	07 Des. 2014	21 Des. 2014	23 Des. 2014
3	A3	Yayan	02 Jan. 2015	06 Jan. 2015	07 Jan. 2015
4	A4	Suparno	03 Feb. 2015	04 Feb. 2015	07 Feb. 2015
5	A5	Kusnadi	09 Feb. 2015	30 Mar. 2015	06 Apr. 2015
6	A6	Asep	14 Feb. 2015	03 Mar. 2015	09 Mar. 2015
7	A7	Bagus G	22 Feb. 2015	05 Mar. 2015	17 Mar. 2015
8	A8	Toto	25 Feb. 2015	07 Apr. 2015	08 Apr. 2015
9	A9	Ating	10 Mar. 2015	09 Apr. 2015	10 Apr. 2015
10	A10	Gultom	22 Apr. 2015	25 Apr. 2015	28 Apr. 2015

4.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari data tingkat kantuk *elektroensefalograf* (eeg) dengan *software test bench*, dan data tingkat kelelahan *visual analog scale* (vas).

1. Data Tingkat Kantuk *Elektroensefalograf* (EEG) dengan *Software Test Bench*

Data gelombang otak dari hasil perekaman *software test bench* untuk semua pengemudi merupakan data dalam bentuk *file .csv*, data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Tampilan Hasil Rekaman Gelombang Otak dengan *Software Test Bench*

2. Data Tingkat Kelelahan *Visual Analog Scale* (VAS)

Rekapitulasi hasil dari tingkat kelelahan *Visual Analog Scale* (VAS) untuk responden A1 yang diperoleh dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

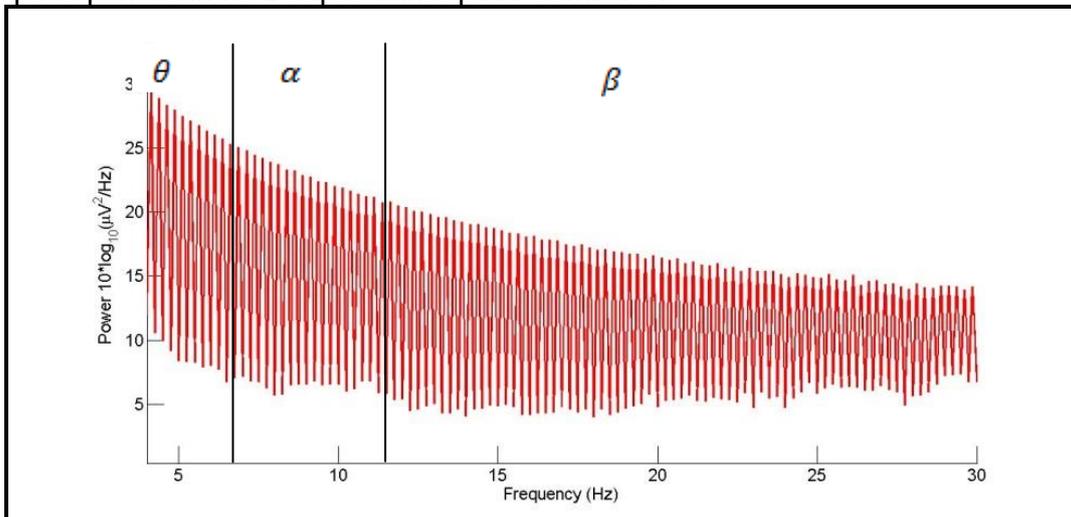
Tabel 2. Rekap Data Tingkat Kelelahan Responden A1

Penelitian Ke-	Responden	Hari	Tanggal	Keterangan	Waktu	Tingkat Kelelahan
1	A1	Rabu	24/12/2014	Sebelum mengemudi	11:00:00	2,2
				Saat mengemudi	12:20:00	2,35
				Sesudah mengemudi	13:45:00	2,5
2	A1	Jumat	26/12/2014	Sebelum mengemudi	12:57:00	2,4
				Saat mengemudi	14:12:00	2,4
				Sesudah mengemudi	15:20:00	2,4
3	A1	Kamis	12/02/2015	Sebelum mengemudi	12:15:00	2,2
				Saat mengemudi	13:21:00	2,5
				Sesudah mengemudi	14:15:00	3,0

4.3. Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari tingkat kantuk untuk masing-masing pengemudi berdasarkan *elektroensefalograf* (EEG), dan tingkat kelelahan untuk masing-masing pengemudi berdasarkan *visual analog scale* (VAS).

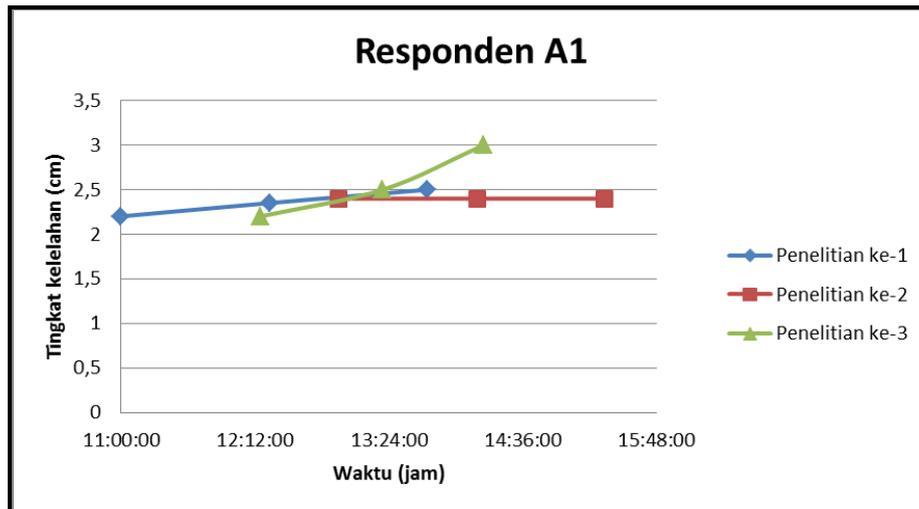
1. Tingkat Kantuk Untuk Masing-Masing Pengemudi Berdasarkan *Elektroensefalograf* (EEG).
Grafik tingkat kantuk dari hasil pengukuran secara objektif untuk responden A1 elektroda F3 pada penelitian ke-1 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Penelitian ke-1 Tingkat Kantuk Responden A1 (F3)

Pada grafik tersebut dapat terbaca bahwa responden A1 mengalami kantuk karena mempunyai nilai gelombang pada frekuensi α (8-13 Hz) dengan nilai *PSD* diantara 4- 23 ($\mu V^2 / Hz$). Nilai *PSD* tersebut menunjukkan bahwa besarnya kekuatan amplitudo yang terekam oleh elektroda F3 yang berada dalam *range* frekuensi 8-13 Hz, sedangkan untuk variabel β (13-30 Hz) mempunyai nilai *PSD* antara 4- 20 ($\mu V^2 / Hz$) yang menunjukkan kekuatan amplitudo pada variabel β . Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat kantuk yang dialami responden A1 termasuk dalam kategori mengantuk karena terdapat nilai variabel α dengan nilai *PSD* antara 4- 23 ($\mu V^2 / Hz$) yang menunjukkan kekuatan amplitudo pada frekuensi α tersebut.

2. Tingkat Kelelahan Untuk Masing-Masing Pengemudi Berdasarkan Visual Analog Scale (VAS).
Grafik tingkat kelelahan dari hasil pengukuran secara subjektif untuk salah satu responden A1 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Tingkat Kelelahan Responden A1

Grafik tersebut menunjukkan tingkat kelelahan yang dirasakan responden A1 selama penelitian. Setiap penelitian mempunyai nilai kelelahan yang berbeda-beda. Tingkat kelelahan tertinggi terdapat pada penelitian ke-3.

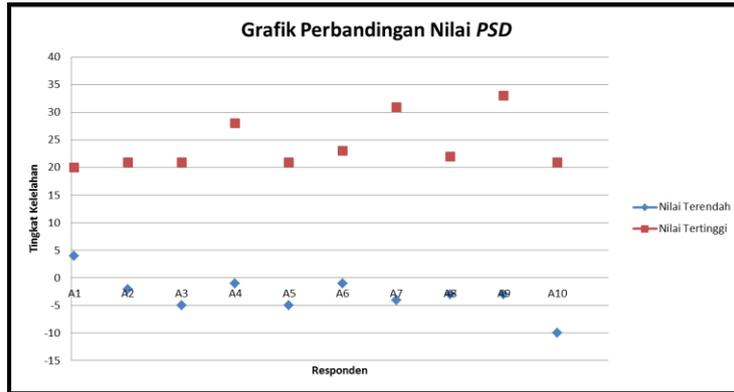
5. ANALISIS

5.1. Analisis Tingkat Kantuk dan Kelelahan Berdasarkan Hasil Pengukuran

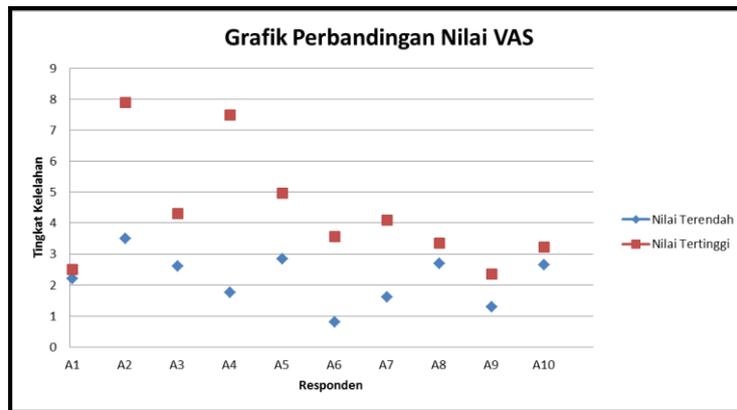
Berdasarkan analisis dari hasil penelitian berdasarkan pengukuran objektif untuk tingkat kantuk dan subjektif untuk tingkat kelelahan, dapat diketahui bahwa 2 responden yang mengalami kelelahan akibat adanya aktivitas diluar pekerjaan dan penambahan jam kerja pada malam hari. Untuk kantuk, dapat diketahui bahwa 10 responden atau seluruh responden yang mengikuti penelitian mengalami kantuk dengan kenaikan nilai *PSD* ketika mendekati variabel α . Hal tersebut dapat terjadi karena dipengaruhi oleh jam kerja yang lebih dari 8 jam, kurangnya jam tidur, suhu lingkungan yang cukup panas, kondisi jalanan yang macet dan pekerjaan monoton akibat harus mengemudi secara terus menerus dengan trayek yang sama. Menurut Lerman et. al., (2012) pemberlakuan jam kerja maksimal 8 jam sehari dan waktu istirahat dengan frekuensi yang sering antara 5-15 menit setiap 1-2 jam cukup mampu untuk mengurangi kelelahan, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi resiko dari kesalahan atau kecelakaan, khususnya pada pekerjaan yang monoton.

Tingkat kelelahan dan kantuk yang dialami responden tersebut dapat dipengaruhi juga dari jam kerja yang berlebihan. Menurut salah satu responden jam kerja dimulai dari pukul 05.00 sampai 18.00 tanpa adanya jam istirahat yang ditentukan, hanya ada jam istirahat yang digunakan untuk makan atau minum ketika menunggu penumpang bus penuh. Sebenarnya perusahaan telah memberlakukan adanya shift kerja yang dapat digunakan untuk istirahat tetapi shift kerja tersebut tidak diberlakukan dengan baik, karena menurut salah satu responden apabila tidak bekerja sehari maka uang gaji akan berkurang. Memperpanjang waktu kerja hanya akan menurunkan efisiensi kerja, meningkatkan kelelahan, kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Tarwaka et. al., 2004).

Berdasarkan nilai *PSD* dari grafik EEG dan nilai VAS dapat dibandingkan setiap respondennya. Perbandingan untuk melihat nilai terendah dan tertinggi. Grafik perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai PSD



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai VAS

Berdasarkan grafik perbandingan nilai PSD, 100% responden mengalami kenaikan nilai PSD pada variabel β saat mendekati variabel α yang artinya mengalami reaksi perlawanan terhadap rasa kantuk. Responden A9 mempunyai nilai PSD paling tinggi untuk kategori nilai tertinggi, sedangkan responden A1 mempunyai nilai PSD paling rendah untuk kategori yang sama. Namun untuk grafik perbandingan nilai VAS dapat diketahui bahwa responden A2 mempunyai nilai VAS tertinggi dan responden A6 mempunyai nilai VAS terendah. Tinggi dan rendahnya nilai PSD dan nilai VAS selain dipengaruhi oleh jam kerja yang lebih dari 8 jam tanpa istirahat (Lerman et. al., 2012), faktor lingkungan, pekerjaan yang monoton, dan beban fisik maupun mental juga dipengaruhi oleh jam biologis. Adapun tingginya nilai PSD dipengaruhi oleh faktor usia dari pengemudi itu sendiri.

5.2. Usulan Perbaikan

Berdasarkan masalah dan solusi yang didapat maka usulan perbaikan dapat dikategorikan berdasarkan perusahaan dan pengemudi. Untuk usulan perbaikan yang diajukan kepada perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penjadwalan sesuai shift kerja yang diterapkan ditambah penjadwalan jam istirahat disetiap harinya dan penjadwalan hari libur untuk pengemudi yang bekerja malam. Sistem penjadwalan shift kerja diterapkan sengan cara, misalnya untuk bus 1 terdiri dari pengemudi A dan B, bus 2 terdiri dari pengemudi B dan C jadi pengemudi dapat bekerja secara bergantian sesuai shift 2 hari kerja 1 hari libur. Selain itu pihak perusahaan juga memeriksa langsung kehadiran setiap pengemudi berdasarkan jadwal shift kerja di $pool/X$. Penjadwalan untuk jam istirahat diberlakukan dengan cara, misalnya misalnya untuk bus 1,2 dan 3 beristirahat pukul 10:00-11:00, lalu untuk bus 4,5 dan 6 pada pukul 12:00-13:00 dan seterusnya. Setiap bus minimal mempunyai waktu istirahat selama 2 X 1 jam, dimana sejam pertama pada waktu antara 09:00-12:00 dan sejam

berikutnya 12:00-18:00. Pengontrolan waktu istirahat dilakukan oleh pihak perusahaan di terminal Leuwipanjang.

2. Pembagian *job desk* yang sesuai dengan tugas yang seharusnya dikerjakan. Misalnya menambahkan montir agar pengemudi fokus dengan pekerjaannya.
3. Sistem penjadwalan jam kerja maksimal 8 jam sehari (Lerman et. al., 2012). Jadwal bekerja dimulai pukul 06:00 sampai 18:00, dengan pengontrolan dari pihak perusahaan seperti memberlakukan absen awal setiap pukul 06:00 dan absen akhir pukul 18:00. Selain itu perberlakuan shift kerja dan istirahat selama 2 jam sehari.
4. Melakukan proses *maintenance* pada kendaraan sesuai dengan prosedur yang ada, dengan perawatan intensif seperti *service* ataupun pengecekan mesin.
5. Memberlakukan peraturan mengenai kuota maksimal penumpang. Maksimal kuota tersebut dilihat dari kursi dan gantungan tempat berdiri yang tersedia. Kuota tersebut dicontrol oleh kondektur. Selain itu pihak perusahaan dapat mengontrol juga dengan menyediakan *cctv* di setiap bus agar tidak adanya kecurangan dengan menaikkan penumpang lebih dari kuota yang ditentukan.
6. Memberlakukan peraturan pemberhentian bus untuk menaiki penumpang disetiap halte yang dilewati sepanjang jalan trayek Leuwipanjang – Caheum. Apabila pengemudi maupun kondektur melanggar peraturan ini maka akan dikenakan denda.

Usulan yang diberikan untuk pengemudi adalah memberikan penyuluhan tentang pentingnya jam istirahat, pentingnya penjadwalan shift kerja, dan pengetahuan mengenai anjuran jam tidur minimal selama 8 jam sehari (Lerman et. al., 2012). Pemberian penyuluhan seperti diselenggarakan seminar oleh pihak perusahaan maka dengan adanya penyuluhan pengemudi akan mengetahui efek buruk dari kurangnya jam istirahat sehingga meminimasi kebiasaan buruk yang sering dilakukan pengemudi. Seminar tersebut harus diberikan kepada pengemudi minimal diawal bekerja. Apabila perbaikan sistem tersebut diberlakukan dengan baik maka akan dapat mengurangi tingkat kelelahan dan kantuk dari setiap responden sehingga dapat meningkatkan produktifitas serta meminimasi resiko terjadinya *human error*.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian beserta analisis adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kelelahan dan kantuk yang dirasakan oleh pengemudi bus Damri tentunya akan memicu terjadinya *human error*. Berdasarkan hasil penelitian, kelelahan dan kantuk dipengaruhi oleh adanya beban kerja fisik maupun mental yang berlebih dikarenakan jam kerja yang diluar batas ketentuan. Hal tersebut terjadinya karena kurangnya pengontrolan terhadap sistem yang diterapkan. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan sistem penjadwalan kerja pengemudi dengan memberlakukan penentuan shift kerja, jam istirahat dan waktu kerja.
2. Terdapat 2 responden yang mengalami kategori lelah. Responden yang mengalami kelelahan tersebut dikarenakan pengaruh dari adanya aktivitas yang cukup berat dan padat saat sebelum mengemudi. Maka dapat disimpulkan bahwa faktor pemicu kelelahan adalah adanya beban fisik atau mental yang berupa aktivitas sebelum mengemudi baik dalam hal menyangkut pekerjaan ataupun tidak.
3. Responden yang mengalami kantuk pada saat penelitian sebanyak 10 responden yang diakibatkan dari kurangnya jam tidur dan jam kerja yang berlebih. Kantuk ditandai dengan nilai variabel α pada grafik tingkat kantuk berdasarkan pengukuran secara objektif. Hasil tersebut rata-rata dikarenakan pekerjaan yang monoton, kurangnya waktu tidur atau istirahat dan faktor dari kondisi lingkungan yang tidak nyaman sehingga memicu rasa kantuk pengemudi.

4. Berdasarkan hasil nilai *PSD* dari grafik EEG, dapat diketahui 100% responden mengalami kenaikan nilai *PSD* ketika mendekati variabel α . Kenaikan nilai *PSD* pada variabel β ini terjadi akibat adanya reaksi perlawanan terhadap kantuk. Rata-rata nilai *PSD* adalah 24,1 untuk kategori tertinggi dan -3 untuk kategori nilai terendah. Terdapat 3 responden diluar nilai rata-rata tertinggi yang dipengaruhi oleh dan 1 responden diluar nilai rata-rata terendah.
5. Nilai *PSD* pada grafik dikategorikan berdasarkan nilai tertinggi dan terendah. Untuk kategori nilai *PSD* tertinggi dengan nilai yang paling besar diperoleh oleh responden A9 dan nilai yang paling kecil diperoleh responden A1. Hal tersebut selain dipengaruhi oleh faktor lingkungan, pekerjaan dan masalah sosial, juga dipengaruhi oleh jam biologis tubuh manusia yang dapat memicu nilai besar atau rendahnya nilai tersebut. Selain itu faktor umur juga mempengaruhi tingginya nilai *PSD*. Jadi nilai *PSD* variabel β menunjukkan besarnya usaha yang dilakukan responden ketika melakukan aktivitas, ketika nilai *PSD* naik saat mendekati variabel α maka responden tersebut mempunyai usaha yang besar untuk melawan rasa kantuk
6. Berdasarkan hasil nilai VAS, dapat diketahui nilai VAS yang tertinggi dan terendah. Nilai tertinggi diperoleh oleh responden A2 dan nilai terendah adalah responden A6. Hal tersebut selain dipengaruhi oleh faktor beban kerja fisik maupun mental, juga dipengaruhi oleh jam biologis tubuh manusia yang dapat memicu nilai besar atau rendahnya nilai tersebut. Selain itu faktor kebiasaan dari pengemudi yang sudah terbiasa melakukan pekerjaannya dapat juga mempengaruhi rendahnya nilai VAS.
7. Hasil penelitian berdasarkan pengukuran secara objektif dan subjektif dapat disimpulkan bahwa secara garis besar hasil tingkat kelelahan dan kantuk tersebut akibat dari jam kerja yang berlebih dan tidak memberlakukan shift kerja yang sudah ada. Maka dari itu, perlu adanya perbaikan sistem yang sudah ada dengan memberlakukan jam kerja dari pukul 06:00-18:00 disertai pengontrolan dari pihak perusahaan dengan cara memberikan absen diawal pada pukul 06:00 dan diakhir pada pukul 18:00. Kemudian pemberlakukan shift kerja yang sudah diterapkan dengan cara menentukan jumlah pengemudi untuk setiap busnya agar dapat bergantian menurut shift kerjanya dan memberlakukan jam istirahat selama 2 X 1 jam secara bergantian.

REFERENSI

- Bridger, R.S. (2009). *Introduction to Ergonomics*, 2nd Edition. Tailor and Prancis.
- Isadewa, Bagas. (2011). *Ekstraksi Fitur Sinyal Elektroensefalograf (EEG) untuk Identifikasi Unspoken-Speech Menggunakan EEGLAB*. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industro, Institut Teknologi Sepuluh November. www.its.com. Diakses pada tanggal 28 April 2015 pukul 22:48 WIB.
- Johnston, Fiona. (2007). *Why Need to Reduce Fatigue Risk*. Australia: *Shift Work Service*.
- Kroemer & Grandjean. (1997). *Fitting the Task to The Human*, 5th Adition. London: Tailor and Prancis
- Kiyamik, M.K., Akin, M., Subasi, A. (2004) . Automatic Recognition of Alertness Level By Using Wavelet Transform And Artificial Neural Network. *Journal of Neuroscience Method*, 139, 231–240.

Kimura, M., Mori, T., Suzuki, H., Endo, S. Kawano, K. (2001). EEG changes in odor effects after the stress of long monotonous work. *Journal of International Society of Life Information Science*, 19, 271-274.

Lerman, et.al. (2012). *Fatigue Risk Management In The Workplace*. JOEM Volume 54, Number 2, February 2012.

Reips, U. D. & Funke, F., 2008. *Internal Level Measurement With Visual Analogue Scales In Internet-Based Research: VAS Generator*. American Psychological Association.

Rivera, M. (2013). Monitoring of Micro-sleep and Sleepiness for the Drivers Using EEG Signal. Computer Science Thesis, School of Innovation, Design and Engineering (IDT).

Sutalaksana, Iftikar Z., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. ITB. Bandung.

Schier, M. (1999), *Changes in EEG Alpha Power During Simulated Driving : a demonstration*. *International Journal Psyshophysiologi*, 37(2), 155-156.

Sugiatmajaya, Syafaat., 2013. Evaluasi Tingkat Stres Masinis Berdasarkan Aktivitas *Salivary Amylase* (Studi Kasus Di PT. Kereta Api Indonesia Daerah Operasi 2 Bandung), Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional. Bandung.

Zurika, Abida., 2011, Kajian Tingkat Kelelahan Melalui Evaluasi Beban Mental dan Kantuk pada Pekerjaan Masinis Kereta Api Pandan Wangi. Program Studi Teknik Industri. Institut Teknologi Bandung. Bandung